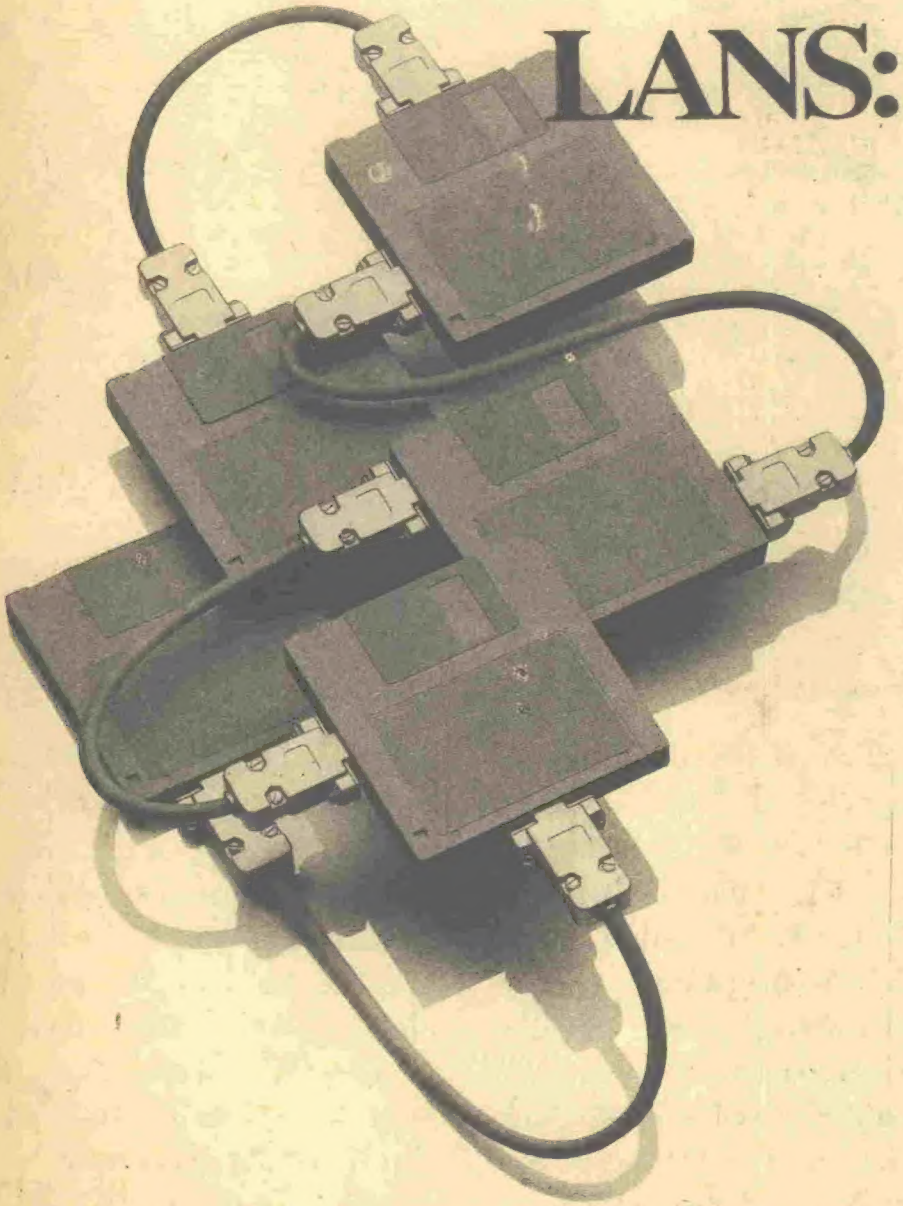
แลนฮาร์ดแวร์ หัวใจของระบบเน็ตเวอร์ก

"ก่อนที่จะตัดสินใจเลือกระบบแลนแบบใดแบบหนึ่ง สิ่งที่ควรคำนึงถึงให้มากที่สุดคือฮาร์ดแวร์ที่นำมาใช้ในระบบเน็ตเวอร์กนั้น ๆ"



■ สหัส พรหมสิทธิ์

การทำงานของแลน (LAN) ต้องอาศัยทั้งซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่อยู่ในรูปของเซอร์ฟเวอร์ เวอร์กสเตชัน และการ์ดต่าง ๆ (cards) ตลอดจนถึงสายเคเบิ้ลสำหรับระบบแลนที่สามารถทำงานเข้ากันได้อย่างผสมกลมกลืน เพื่อให้ได้มาซึ่งระบบแลนที่มีประสิทธิภาพและสามารถสอดคล้องกับเจตนารมณ์ของผู้ซื้อผู้ใช้ทั้งในระยะสั้นและยาว อันทำให้ต้องหาหลักเกณฑ์ออกมาให้ได้ว่ารากฐานสำคัญสำหรับฮาร์ดแวร์ของแลนในปัจจุบันและอนาคตข้างหน้านั้นอยู่ตรงไหนกันแน่ ซึ่งเมื่อได้ติดตามสำรวจความเห็นที่ปรากฏอยู่ในเอกสารสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ก็พอสรุปได้ว่า ถ้าจะมองพฤติภาพการใช้งานของฮาร์ดแวร์ของแลนให้กว้างไกลอย่างที่สุดแล้ว ก็ต้องมองให้ครอบคลุมไปว่า ประสิทธิภาพของแลนทั้งระบบนั้นขึ้นกับ "สิ่ง" ใดแล้วจึงมาดูต่อไปว่าภายในสิ่งนั้น ๆ มีองค์ประกอบอะไรบ้าง อันนี้เองที่หมายถึงรากฐานสำคัญเป็นที่มาของความซับซ้อนของเน็ตเวอร์กที่อยู่ในรูปของโทโปโลยี (Topology) ซึ่งจะควบคุมอนาคตในการใช้งานหรือการทำงานของแลนให้เป็นไปอย่างเหมาะสมที่สุด จึงจะขอเริ่มที่เน็ตเวอร์กโทโปโลยีแบบต่าง ๆ ซึ่งเมื่อพูดถึงสิ่งที่อยู่ภายในโทโปโลยีแต่ละแบบ รายละเอียดของฮาร์ดแวร์ก็จะปรากฏออกมาเองว่าอะไรเป็นอะไร แต่ในขั้นแรกนี้จะขอพูดถึงฮาร์ดแวร์ในระบบแลนทั่ว ๆ ไปเสียก่อนว่ามีอะไรบ้าง แล้วจะพูดถึงเรื่องของโทโปโลยีในตอนท้ายบทความ

ฮาร์ดแวร์ระบบแลนขั้นต้น

โดยทั่วไปแล้ว แลนจะประกอบด้วยฮาร์ดแวร์ที่สำคัญ ๆ ดังนี้ คือ

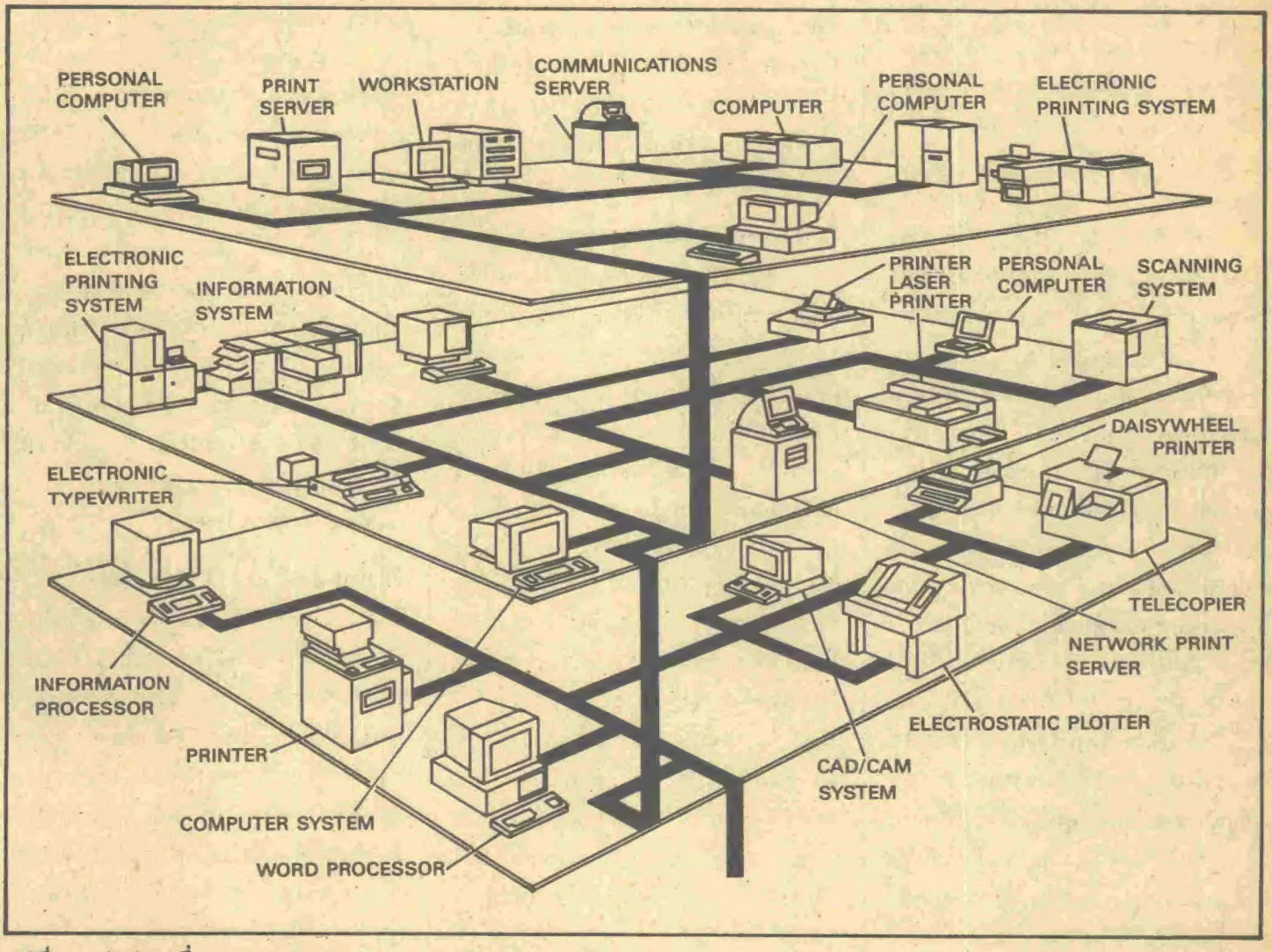
Servers และ Clients

ในเน็ตเวอร์กบนคอมพิวเตอร์ระดับพีซีนั้น โดยมากมักจะใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ระดับพีซีทำหน้าที่เป็นเซอร์ฟเวอร์ (servers) หรือไม่ก็เป็นเวอร์กสเตชัน (workstations) ซึ่งบางทีก็เรียกเวอร์กสเตชันนี้ว่า ไคลเอนต์ (clients)

ในส่วนของเซอร์ฟเวอร์ก็มีดิสค์ไดรฟ์ พรินเตอร์ โมเด็ม หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่มีหน้าที่ให้บริการแก่เวอร์กสเตชันต่างๆ ซอฟต์แวร์ที่อยู่บนเวอร์กสเตชันสามารถให้ผู้ใช้เน็ตเวอร์กเข้าไปใช้ข้อมูลและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในส่วนของเซอร์ฟเวอร์ได้ ส่วนโปรแกรมจัดระบบงานของเน็ตเวอร์กที่อยู่ในเซอร์ฟเวอร์จะเป็นตัวกำหนดว่า เซอร์ฟเวอร์จะทำหน้าที่ให้บริการต่าง ๆ แก่ผู้อื่นแต่เพียงอย่างเดียว (dedicated) หรือรันโปรแกรมใช้งานต่าง ๆ (application programs) อีกหน้าที่หนึ่งด้วย เราเรียกเน็ตเวอร์กที่เซอร์ฟเวอร์ทำหน้าที่สองอย่างพร้อม ๆ กันว่า peer-to-peer networks เครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะใช้เป็นเซอร์ฟเวอร์ในสมัยนี้อาจเป็นไมโครคอมพิวเตอร์ในตระกูลพีซี/286 หรือพีซี/386 ที่มีทั้งดิสค์ไดรฟ์และเทปแบคอัพในตัวเครื่องให้เสร็จสรรพพร้อมที่จะใช้งานเป็นเดดดิเคเต็ดเซอร์ฟเวอร์ได้ทันทีก็มีจำหน่ายอยู่แล้ว

การ์ดอินเตอร์เฟส

การ์ดอินเตอร์เฟส (interface cards) จะมีอยู่ทั้งในเวอร์กสเตชันและเซอร์ฟเวอร์ เพื่อทำหน้าที่ติดต่อสื่อสารกับโปรแกรมจัดระบบงานของเน็ตเวอร์กโดยผ่านทาง NetBIOS หรือไดรฟ์เวอร์ (driver) การ์ดอินเตอร์เฟสที่ใช้ในเซอร์ฟเวอร์จะมีโปรเซสเซอร์ เช่น เบอร์ 80186 พร้อมด้วย RAM เพื่อแบกภาระการสื่อสารในเน็ตเวอร์กแทนโฮสต์ (host systems) ผู้ขายการ์ดแบบนี้ก็มีบริษัท 3 Com, บริษัท Proteon ฯลฯ การ์ดอินเตอร์เฟสที่ใช้ในเน็ตเวอร์กที่เรารู้จัก



รูปที่ 1 รูปแบบหนึ่งของระบบแลน (LAN, Local-Area Network)

กันดีเช่น อีเธอร์เนต (Ethernet) โทเก้นริง (Token-Ring) และอาร์คเนต (ARCnet) นั้น มักใช้องค์ประกอบสำคัญที่เรียกว่า ชิพเซต (chip sets) ที่ผลิตมาจากบริษัท National Semiconductor, บริษัท Texas Instruments และบริษัท Standard Microsystems ซึ่งเมื่อราคาของชิพเซตดังกล่าวเริ่มถูกลง ราคาของการ์ด-อินเตอร์เฟสเหล่านี้ก็จะถูกลงตามไปด้วย เช่น ลดจากอันละ 600 เหรียญสหรัฐ เหลือแค่เพียง 200 เหรียญเมื่อปีที่แล้ว สำหรับในแง่ของโปรแกรมจัดระบบงานบนเน็ตเวอร์กจะไม่ขอกล่าวในบทความนี้ ผู้อ่านสามารถดูได้ในเรื่องของ "ถนน LAN OS" ซึ่งอยู่ในชุดบทความพิเศษฉบับเดียวกันนี้

สายเชื่อมโยงในระบบ

การ์ดอินเตอร์เฟสคือสิ่งที่จะมากำหนดประเภทของสายเคเบิ้ลที่ใช้เชื่อมโยงระหว่างเซอร์ฟเวอร์และเวอร์กสเตชันที่มีหลายชนิดให้เลือกดังนี้ คือ

สายโทรศัพท์ (twisted-pair telephone wire)

บริษัท AT&T ได้ชื่อว่าเป็นผู้นำในการใช้สายโทรศัพท์มาเป็นอุปกรณ์ส่งข้อมูล (data) ในระบบแลน ซึ่งมาถึงสมัยนี้ก็มีระบบแลนหลายแบบต่างก็ออกแบบให้ใช้กับสายโทรศัพท์ได้ เช่น อีเธอร์เนตของบริษัท 3 Com และอาร์คเนตของบริษัท Standard Microsystems ก็มีการ์ดอินเตอร์เฟสที่ใช้สายโทรศัพท์ที่เป็น unshielded Twisted-pair wiring ส่วนพีซีแลนของไอบีเอ็มนั้นจะมีเบสแบนด์อะแดปเตอร์ (Baseband Adapters) ที่จะมาใช้ต่อเข้ากับสายโทรศัพท์สองคู่ในการส่งสัญญาณที่เป็นข้อมูล แต่ก็มีข้อเสียตรงที่ไม่สามารถป้องกันสัญญาณรบกวนต่าง ๆ (สัญญาณจากวิทยุ อุปกรณ์ไฟฟ้า ฯลฯ) แทรกซึมได้ ซึ่งสิ่งรบกวนนี้จะทำให้การทำงานของการ์ดเน็ตเวอร์กอินเตอร์เฟสด้อยประสิทธิภาพลง สายชนิดนี้มีราคาถูก

สายดาต้าเกรด (shielded twisted-pair data grade)

สายชนิดนี้ได้ออกแบบให้มีวัสดุปกป้องการรบกวนจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เช่นมีอลูมินัมฟอยล์หรือโลหะแบบอื่น ๆ ห่อหุ้มเป็นเครื่องช่วยป้องกันการแทรกซึมของสิ่งรบกวนต่าง ๆ จากภายนอก ซึ่งผู้ผลิตสายชนิดนี้แต่ละรายก็มีสเปคเป็นของตัวเองท่ามกลางมาตรฐานสากลของ IEEE ที่มีกำหนดไว้ โดยมีโทเก้นริงของไอบีเอ็มที่เป็นหนึ่งในจำนวนผู้ที่ใช้มาตรฐานดังกล่าว สายชนิดนี้มีราคาแพงและติดตั้งยาก

สายโคแอกเซียล (coaxial cable)

สายชนิดนี้ดีพอ ๆ กับแบบดาต้าเกรด และเป็นสายที่ใช้ในการ์ดอาร์คเนตของบริษัท Standard Microsystems และการ์ดอีเธอร์ลิงค์ ของ 3 Com การ์ดอาร์คเนตนั้นใช้ระบบ hub wiring plan โดยที่สายไฟจากสเตชันต่าง ๆ จะเข้ามาที่ฮับ (hub) ซึ่งทำหน้าที่เป็นศูนย์กลาง อันเป็นการป้องกันไม่ให้เน็ตเวอร์กทั้งอันเกิดมีปัญหาจนใช้การไม่ได้ในเวลาที่เกิดการขัดข้องตรงจุดใดจุดหนึ่งของระบบ หรือบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ดังรูปที่ 2

ในกรณีของอีเธอร์ลิงค์นั้นจะใช้การต่อสาย (wiring scheme) แบบสเตชันต่อสเตชัน ซึ่งจะเปลืองสายน้อยกว่าแบบฮับของอาร์คเนต แต่ก็เสี่ยงต่อการใช้งานไม่ได้ของเน็ตเวอร์กทั้งระบบ ถ้าลิงค์อันใดอันหนึ่งเกิดช็อต (shorted) หรือเกิดการเสียหาย

สายไฟเบอร์ออปติก (fiber-optic cable)

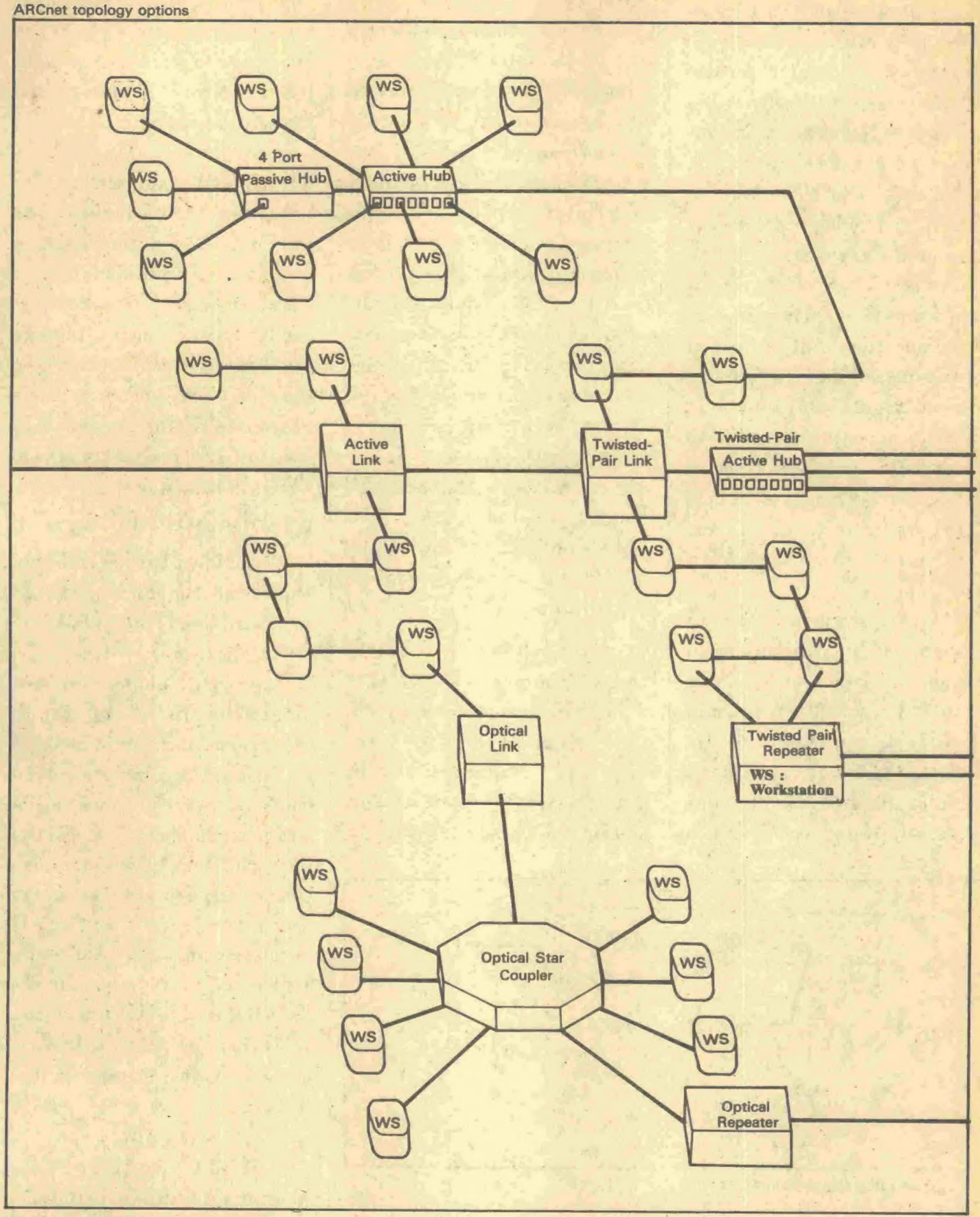
สายชนิดนี้แม้ว่าจะไม่เข้ามาช่วยเพิ่มให้ความเร็วในการส่งสัญญาณในแลนสูงขึ้นสำหรับกรณีที่จะกล่าวในต่อไปนี้ก็ตาม แต่ก็สามารถเพิ่มระยะทางระหว่างสเตชันกับสเตชันให้มากขึ้นได้อีกหลายเท่าตัวเมื่อเทียบกับสายแบบอื่น ๆ ที่กล่าวมารวมทั้งสามารถป้องกันการแทรกซึมของสัญญาณรบกวนต่าง ๆ ได้ดีที่สุด ผู้ผลิตการ์ดอินเตอร์เฟสที่จะมาใช้กับสายแบบไฟเบอร์ออปติกก็มี เช่น Proteon, Pure Data และ 10 NET ส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะมาใช้กับสายแบบไฟเบอร์ออปติก (hubs, amplifiers, bridges) ก็มีผู้ผลิตออกมาขายโดยเฉพาะอยู่แล้ว เช่น บริษัท Codenoll Corp. ซึ่งจำหน่ายไฟเบอร์-เวอร์ชันของการ์ดอีเธอร์เนตและอาร์คเนตพร้อมกันไปด้วย

ทั้งหมดนี้ก็เป็นเรื่องราวของฮาร์ดแวร์ขั้นต้นของระบบแลนทั่ว ๆ ไปอันจำเป็นสำหรับการเข้าใจในเรื่องของแลนฮาร์ดแวร์ ก่อนที่จะพูดถึงประเด็นสำคัญที่กำลังเป็นที่สนใจในขณะนี้นั่นก็คือเรื่องของ เน็ตเวอร์กโทโปโลยี ที่จะมีผลกับการใช้งานและการบริหารเน็ตเวอร์ก รวมทั้งการเชื่อมั่นไว้ใจได้ในแง่ต่าง ๆ ของระบบ จนพอที่จะสรุปล่วงหน้าไว้ในที่นี้ว่า การเลือกโทโปโลยีให้ถูกต้องและเหมาะกับการใช้งานเป็นเรื่องสำคัญ ส่วนจะสำคัญอย่างไรนั้นก็ต้องติดตามกันต่อไป

เน็ตเวอร์กโทโปโลยี

เน็ตเวอร์กบนพีซีที่นิยมใช้ในระบบแลนมากที่สุดในขณะนี้แบ่งได้เป็นสามแบบด้วยกัน คือ โทเก้นริง token ring), อีเธอร์เนต (Ethernet) และอาร์คเนต (ARCnet) ผู้เขียนได้ใช้ภาษาอังกฤษสำหรับเน็ตเวอร์กโทเก้นริงเป็นตัวอักษรเล็กเพื่อแสดงถึงการเป็นรูปแบบของเน็ตเวอร์กทั่วไปที่ไม่ได้เป็นของผู้ผลิตรายใดรายหนึ่งเหมือนกรณีของอีเธอร์เนตและอาร์คเนต

ARCnet topology options



รูปที่ 2 แสดงอาร์คเนตโทโปโลยี

โทเก้นริง (Token Ring)

โทเก้นริงเป็นชื่อทั่ว ๆ ไปของเน็ตเวอร์กแบบหนึ่งที่ใช้โทโปโลยีรูปวงแหวน และใช้โปรโตคอล (protocol) แบบโทเก้นพาสซิง (Token passing) ความหมายง่าย ๆ ของโปรโตคอลก็คือข้อตกลงระหว่างส่วนต่าง ๆ ของเน็ตเวอร์กว่าจะส่งถ่ายข้อมูลกันอย่างไร โทเก้นริงนั้นได้เข้าไปเกี่ยวข้องกับไอบีเอ็มด้วยเหตุผลที่ว่าไอบีเอ็มมีความต้องการที่จะยึดเทคโนโลยีของเน็ตเวอร์กแบบนี้ไว้เป็นกลยุทธ์ทางการค้าหรือเพื่อเป็นสัญลักษณ์ของตัวเองในระบบแลน ซึ่งในขณะที่มีการเขียนมาตรฐานในเรื่องนี้อยู่นั้นไอบีเอ็มก็มีส่วนร่วมอยู่ในคณะกรรมการ IEEE จึงมองได้อีกแง่หนึ่งว่าโทเก้นริงนั้นหมายถึงเน็ตเวอร์กตามแบบของไอบีเอ็ม ผู้ทำผลิตภัณฑ์โทเก้นริงที่นอกเหนือจากไอบีเอ็มก็มี เช่น 3 Com Corp., Madge Networks Ltd., และ Proteon Inc., ซึ่งส่วนใหญ่ก็เหมือนของไอบีเอ็ม

โดยทั่วไปโทเก้นริงจะใช้เทคโนโลยีของระบบแลนในการส่งข้อมูลภายในสายเชื่อมโยงในระบบแบบ 4 เมกะบิตต่อวินาที โดยใช้สายโทรศัพท์ และใช้โทเก้นริงโปรโตคอลตามสเปคของ IEEE 802.5 แม้ว่าทางไอบีเอ็มจะแนะนำให้ใช้สายแบบคาต้าเกรดเพื่อกันสัญญาณรบกวนจากภายนอก แต่ก็มีผู้เห็นว่าน่าจะใช้สายโทรศัพท์ได้โดยไม่เกิดผลเสียในการใช้งานแต่อย่างใด และราคาก็ถูกกว่า

การโยงเวอร์กสเตชันในเน็ตเวอร์กแบบโทเก้นริงนั้นจะใช้สายสองสาย สายแรกเอาไว้รับข้อมูลจากสเตชันที่อยู่ต้นธาร (upstream) และอีกสายไว้สำหรับส่งข้อมูลไปให้สเตชันที่อยู่ปลายธาร (downstream) ซึ่งการส่งข้อมูลนี้จะเป็นไปในทิศทางเดียวเท่านั้น ตามคำจำกัดความใน IEEE 802.5 ได้กล่าวถึงลักษณะรูปแบบทางกายภาพ (physical layout) ของเน็ตเวอร์กแบบนี้ว่าเป็นวงกลมหรือวงแหวนที่มีเวอร์กสเตชันต่าง ๆ เชื่อมโยงอยู่ ซึ่งในทางปฏิบัติแต่ละสเตชันจะต่อเชื่อมโยงไปยังจุดรวมสาย ซึ่งทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของการเชื่อมโยงที่เรียกว่า Multi-Station Access Unit (MAU) ในลักษณะรูปดาว (star pattern) ดังในรูปที่ 3 ตัว MAU นี้จะเป็นกุญแจสำคัญที่ทำให้ระบบทั้งระบบเกิดความยืดหยุ่นและมีความน่าเชื่อถือในการใช้งานได้สูง

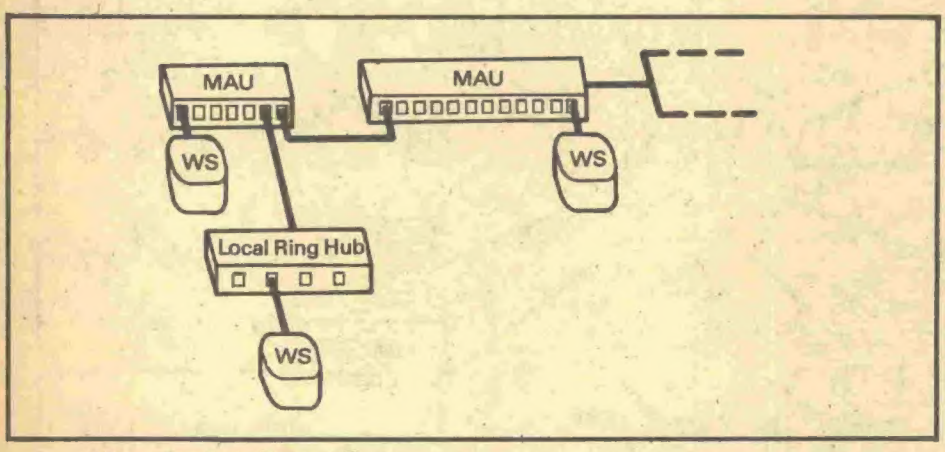
การสร้างเน็ตเวอร์กขนาดใหญ่และ wide area network (WANs) ทำได้โดยใช้เกตเวย์ (gateways) และบริดจ์ (bridges) เป็นสื่อระหว่างวงแหวนหลาย ๆ วง โดยเกตเวย์จะทำหน้าที่เป็นตัวแปลงโปรโตคอลระหว่างระบบแลนต่าง ๆ ที่ใช้โปรโตคอลต่างกันหรือระหว่าง LAN กับ WAN นอกจากนี้ยังสามารถใช้เกตเวย์เป็นจุดเชื่อมโยงโทเก้นริงกับเน็ตเวอร์กของเครือข่ายโทรศัพท์หรือระบบแลนอื่น ๆ ที่ใช้โปรโตคอลอย่างเช่น CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection)

ถ้าความต้องการในการส่งถ่ายข้อมูลเกิดเกินกำลังของวงแหวนวงเดียว หรือเวอร์กสเตชันที่พ่วงนั้นอยู่ไกล ก็อาจใช้บริดจ์มาเชื่อมวงแหวนหลาย ๆ วงเข้าด้วยกันได้ บริดจ์ก็คือกลไกในการส่งถ่ายข้อมูลด้วยความเร็วสูงที่ส่งข้อมูลในรูปของเฟรม (frames) ไปให้สเตชันต่าง ๆ โดยทั่วไปแล้วบริดจ์จะปรากฏเป็นโหนด (node) ในวงแหวน และแต่ละวงแหวนที่เชื่อมโยงกันด้วยบริดจ์จะสามารถทำงานแยกเป็นเอกเทศชนิดไม่ต้องเกี่ยวข้องกันได้

ส่วนเพิ่มเติมในโทเก้นริง

ขณะนี้ได้มีโทเก้นริงที่มีความสามารถในการส่งข้อมูลด้วยความเร็วที่สูงขึ้นมาให้เลือกใช้นอกเหนือไปจากแบบ 4 เมกะบิตต่อวินาที ซึ่งถือเป็นเวอร์ชันพื้นฐาน ผลิตภัณฑ์ล่าสุดของไอบีเอ็มในด้านนี้ก็คือโทเก้นริงแบบ 16 เมกะบิตต่อวินาที ซึ่งจะมีอะแดปเตอร์ที่สามารถปรับให้ผู้ที่ใช้ทั้งสองเวอร์ชันเลือกได้ว่าเมื่อใดจะใช้เป็นแบบ 4 เมกะบิต หรือ 16 เมกะบิตต่อวินาที การปรับปรุงผลิตภัณฑ์นี้ได้คลุมไปถึงขนาดของเฟรม (frame sizes) ด้วย กล่าวคือ วงแหวนแบบ 4 เมกะบิตต่อวินาทีนั้นได้มีการเพิ่มขนาดของเฟรมจาก 2 กิโลไบต์เป็น 4.5 กิโลไบต์ ส่วนแบบ 16 เมกะบิตต่อวินาทีนั้นจะมีขนาดของเฟรมเท่ากับ 18 กิโลไบต์ ไอบีเอ็มแนะนำให้ใช้สายแบบคาต้าเกรดตามระบบของไอบีเอ็ม (IBM cabling systems) โดยจะใช้เบอร์ 1, 2 หรือ 9 ก็ได้

ผู้ใช้เน็ตเวอร์กที่มีเป็นพีซีเป็นสเตชันอาจไม่จำเป็นต้องใช้โทเก้นริงแบบ 16 เมกะบิต แต่ในเน็ตเวอร์กที่



Token ring topology options

รูปที่ 3 โทโปโลยีของโทเก้นริง

ต้องส่งถ่ายข้อมูลคราวละมาก ๆ นั้นมีความจำเป็นที่จะต้องใช้เน็ตเวอร์กชนิดนี้ โดยเฉพาะในระบบที่ต้องมีการเชื่อมโยงการใช้ข้อมูลระหว่างเมนเฟรมกับคอมพิวเตอร์ขนาดกลางเข้าด้วยกัน คาดกันว่าในอนาคตไอบีเอ็มจะให้ความสนใจหนักไปทางสถาปัตยกรรมของเน็ตเวอร์กแบบโทเก้นริงมากกว่าเทคโนโลยีที่เป็นแบบ 3270 เช่นในขณะนี้ และมีแนวโน้มว่าจะมีผลิตภัณฑ์โทเก้นริงของบริษัทต่าง ๆ เช่น (Texas Instruments, Intel, National Semiconductor) ปรากฏออกมาในอนาคตมากยิ่งขึ้น อันเนื่องมาจากการก่อตั้งสมาคมที่เรียกว่า Open Token Foundation (OTF) เมื่อธันวาคม ค.ศ. 1988 อันเป็นผลทำให้การขายชิพเซ็ต (chip sets) ซึ่งเป็นอาชีพหลักของสามบริษัทดังกล่าวเป็นไปโดยคล่องตัวมากยิ่งขึ้น

อีเธอร์เนต (Ethernet)

อีเธอร์เนตเป็นเทคโนโลยีของระบบแลนที่ใช้สายโคแอกเซียลมาวางอยู่ในรูปของโทโปโลยีแบบบัส (bus) โดยมีอัตราของการส่งข้อมูลขนาด 10 เมกะบิตต่อวินาที และใช้วิธีแอ็กเซส (access method) แบบดาว (star) ในการเชื่อมโยงติดต่อกันถึงกันในแต่ละสเตชันสามารถเลือกใช้สายเป็นแบบสายโทรศัพท์หรือไฟเบอร์ออปติก รวมทั้งสายโคแอกเซียลแบบหนาและบาง เน็ตเวอร์กแบบนี้นำมาใช้มากในงานด้านวิศวกรรม กราฟิก และในงานประมวลผลข้อมูลที่มีปริมาณข้อมูลมาก

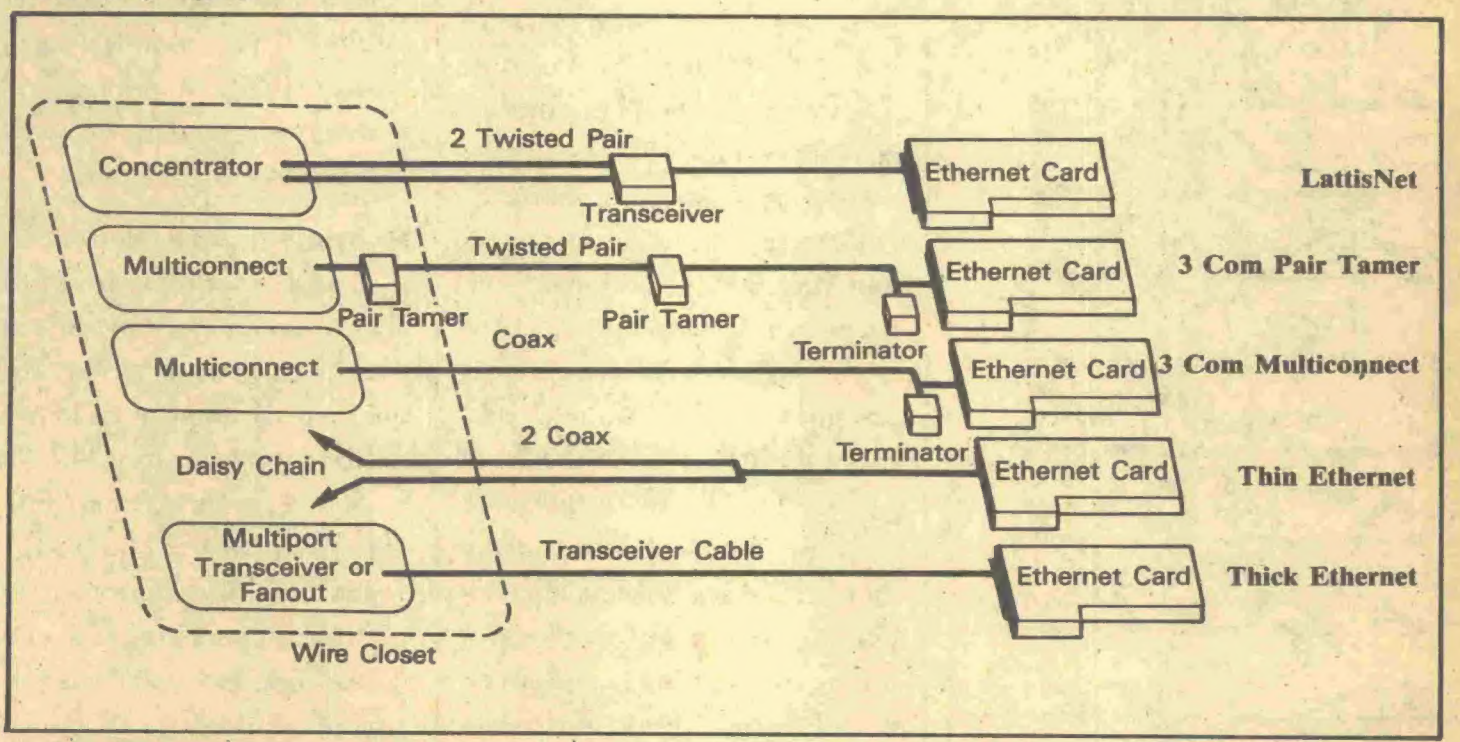
อีเธอร์เนตมีสเปคตามมาตรฐานของ IEEE 802.3 ที่ใช้โปรโตคอลแบบ CSMA/CD และมีวิธีการแอ็กเซสในระบบแบบ contention ที่ยอมให้เวอร์กสเตชันส่งข้อมูลตามใจชอบในขณะที่แชนเนลในการส่งข้อมูล (channel) อันใดอันหนึ่งว่างอยู่ แต่ถ้าเกิดมีเวอร์กสเตชันมากกว่าสองตัวขึ้นไปส่งข้อมูลในเวลาเดียวกันก็จะอาศัยหลักการทำงานแบบเรียงตามคิว คือมาก่อนได้ก่อน เวอร์กสเตชันทุกตัวในอีเธอร์เนตจะต่อเข้ากับจุดศูนย์กลางที่เรียกว่าคอนเซนเทรเตอร์หรือแอ็กเซสยูนิต ซึ่งเป็นบัสสั้น ๆ ที่ทำให้เน็ตเวอร์กแบบดาวทำงานในรูปของเน็ตเวอร์กแบบบัสได้ เพื่อรักษาคุณสมบัติของอีเธอร์เนตในด้าน CSMA/CD ในขณะปฏิบัติงานดังรายละเอียดของโทโปโลยีแบบต่าง ๆ ที่แสดงไว้ในรูปที่ 4 การต่อสายอันเป็นแบบของอีเธอร์เนตโดยเฉพาะนั้นจะเป็นการต่อตรงระหว่างจุดสองจุด อันต่างจากแบบวงแหวนที่ยอมให้มีเส้นทางเดินของสายไฟได้หลายทาง ข้อมูลที่ออกไปจากเวอร์กสเตชันอันใดอันหนึ่งจะไปถึงทุกสเตชันได้พร้อม ๆ กัน โดยทางบัสแต่จะมีการรับข้อมูลนี้ได้เฉพาะสเตชันที่ได้มีการกำหนดแอดเดรสไว้แล้วเท่านั้น

ประเภทของสายเคเบิ้ลหรือสายไฟที่ใช้ในอีเธอร์เนตได้นั้นมีอยู่หลายรูปแบบด้วยกันคือ

1. สายอีเธอร์เนตแบบหนา

(RG-11 coax cable) นิยมใช้เป็นเส้นทางเชื่อมโยงที่สำคัญเป็นเสมือนสันหลังของเน็ตเวอร์ก สายชนิดนี้มีความเชื่อถือได้สูงในการนำมาใช้งาน และหาสาเหตุเวลาเกิดปัญหาได้ง่าย แต่ก็มีราคาแพงและมีขนาดใหญ่ สายเคเบิ้ลชนิดนี้เมื่อ

Ethernet topology options



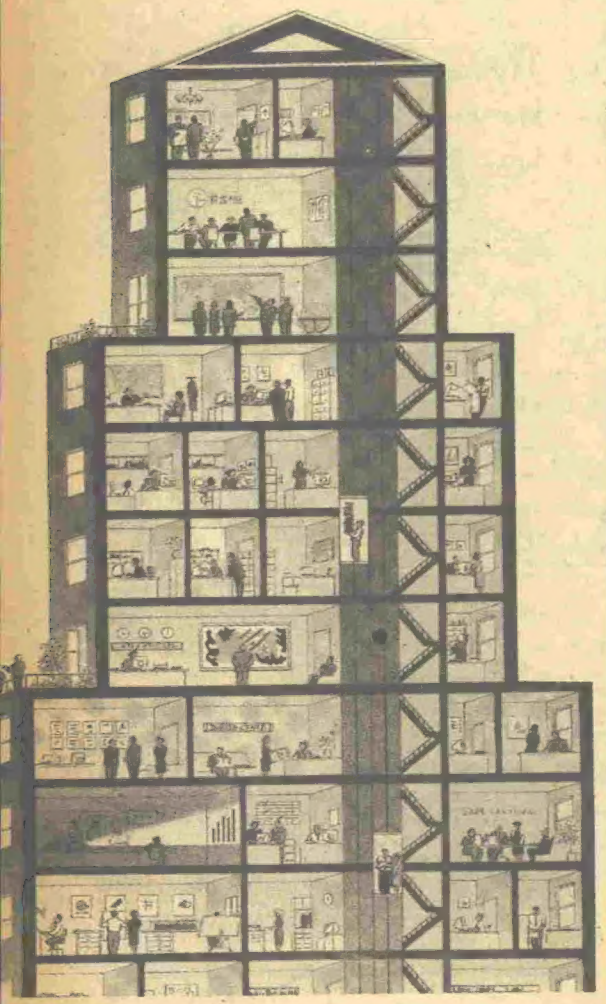
รูปที่ 4 โทโปโลยีของอีเธอร์เนต

ใช้ร่วมกับตัวรีพีตเตอร์ (repeater) ก็จะต่อได้ไกลถึง 4.5 ไมล์ แต่เมื่อนำมาใช้เป็นสันหลังก็จะให้ระยะในการติดต่อได้ไกลสุดเพียง 3000 ฟุตเท่านั้น

2. สายอีเธอร์เนตแบบบาง (RG-58 cable) เป็นสายที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของสายเล็กกว่าแบบแรก แต่สามารถส่งสัญญาณได้ในปริมาณที่เหมือนกัน ในระยะทางไม่เกิน 1000 ฟุต

3. สายโทรศัพท์ สายชนิดนี้จัดเป็นสายที่มีราคาถูกที่สุด ซึ่งคุณสมบัติต่าง ๆ จะด้อยกว่าสายเคเบิ้ลสองแบบแรก ข้อดีของสายแบบนี้ก็คือ การบำรุงรักษาทำได้ง่ายและค่าใช้จ่ายน้อย

4. สายไฟเบอร์ออปติก เป็นสายแบบใหม่สุดที่ใช้กับการ์ดอีเธอร์เนตได้และแพงกว่าสายทุกแบบที่กล่าวมาทั้งหมด เหมาะที่จะใช้ในเน็ตเวอร์กที่ต้องการขีดความสามารถต่าง ๆ สูง



เช่น ป้องกันสัญญาณรบกวน (noise) จากภายนอกได้ดีที่สุด มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กมาก ป้องกันการสูญหายของข่าวสารข้อมูลในขณะสื่อสาร และใช้เชื่อมโยงในระยะทางไกลมาก ๆ ได้ สายแบบนี้ใช้มากในลักษณะเป็นสันหลังของเน็ตเวอร์ก (fiber backbone) และผู้ใช้ก็จะสามารถใช้สายโคแอกเซียลแบบบางหรือสายโทรศัพท์มาต่อออกจากสันหลังของเน็ตเวอร์กไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้

ทั้งหมดนี้ก็เป็นเรื่องของเน็ตเวอร์กแบบอีเธอร์เนตโดยทั่วไป ยังมีอีเธอร์เนตแบบต่าง ๆ ในทางการค้าซึ่งมีอยู่มากมายหลายรูปแบบ เช่น Lattis Net ของบริษัท SynOptics, Twisted-Pair Ethernet Solutions ของบริษัท 3 Com, Multimedia Ethernet ของบริษัท Cabletron, Express Net ของบริษัท David Systems และ Hybrid Ethernet Networks โดยจะเลือกกล่าวรายละเอียดแบบย่นย่อสำหรับอีเธอร์เนตบางแบบที่เห็นว่าน่าสนใจเท่านั้น เช่น

Lattis Net ของบริษัท SynOptics

แลตติสเนตเป็นอีเธอร์เนตชนิดที่มีความสามารถในการส่งข้อมูลได้ในอัตรา 10 เมกะบิตต่อวินาที และเป็นเน็ตเวอร์กที่สามารถใช้ได้ทั้งสายโทรศัพท์และไฟเบอร์ออปติก มีลักษณะรูปแบบทางกายภาพของระบบเป็นแบบดาว ในระบบของแลตติสเนตขั้นต้นนั้นจะมีคอนเซนเทรเตอร์ ทรานสดีฟเวอร์ และสายเคเบิ้ลที่อาจเริ่มต้นในตอนแรกด้วยสายโทรศัพท์แล้วก้าวไปใช้ชนิดไฟเบอร์-ออปติกในภายหลัง โดยนำมาเสริมเข้าไปเมื่อต้องการให้มีประสิทธิภาพในด้านต่าง ๆ สูงขึ้น คอนเซนเทรเตอร์จะประกอบด้วยเพาเวอร์ซัพพลายและแบคเพลน (back plane) ไว้สำหรับเชื่อมโยงกับสายที่เป็นชนิดสายโทรศัพท์กับสายไฟเบอร์ออปติก หน้าที่ของคอนเซนเทรเตอร์ก็คือ การกระจายข้อมูล แพคเกจ จากผู้ใช้รายหนึ่งไปยังผู้ใช้หลาย ๆ รายภายในระบบแลน พร้อมทั้งรีเจนเนอเรต (regenerate) สัญญาณที่ส่งเข้ามา และคอยตรวจตราการชนกันของสัญญาณเพื่อแจ้งให้อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องรู้

ทรานสดีฟเวอร์ในแลตติสเนตจะทำหน้าที่เป็นอินเตอร์เฟสระหว่างคอนเซนเทรเตอร์กับการ์ดอีเธอร์เนตในเวอร์กสเตชันโดยใช้สเปคของ IEEE 802.3 สำหรับ Attachment Unit Interface (AUI) และ D-connector ชนิด 15 พิน ใช้สำหรับเชื่อมระหว่างโฮสต์ (host) กับสเตชันของอีเธอร์เนต แลตติสเนตใช้เคเบิ้ลอยู่สามแบบคือ unshielded Twisted pair, IBM Cabling System และ duplex ไฟเบอร์ออปติก อุปกรณ์อันเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในแลตติสเนตเช่น Thin Net Adapter แบบ 25600 ที่จะใช้กับคอนเซนเทรเตอร์ รวมทั้งใช้ในรูปของ daisy chain เพื่อเชื่อมโยงกับเวอร์กสเตชันจำนวน 3 ถึง 5 สเตชันได้ (ดูรูปที่ 4) Thin Net Adapter ยอมให้มีระยะห่างระหว่างตัวมันกับคอนเซรเทรเตอร์ได้ไม่เกิน 360 ฟุตในกรณีที่ใช้สายแบบ unshielded Twisted-pair ส่วนภายในอะแดปเตอร์แบบนี้ก็จะมี LED ชนิด light-emitting diode ที่ใช้สำหรับดิสเพลย์ แสดงการคอลลิชชันต่าง ๆ (collisions) รวมทั้งกิจกรรมของดาต้าในเน็ตเวอร์ก

Hybrid Ethernet Networks

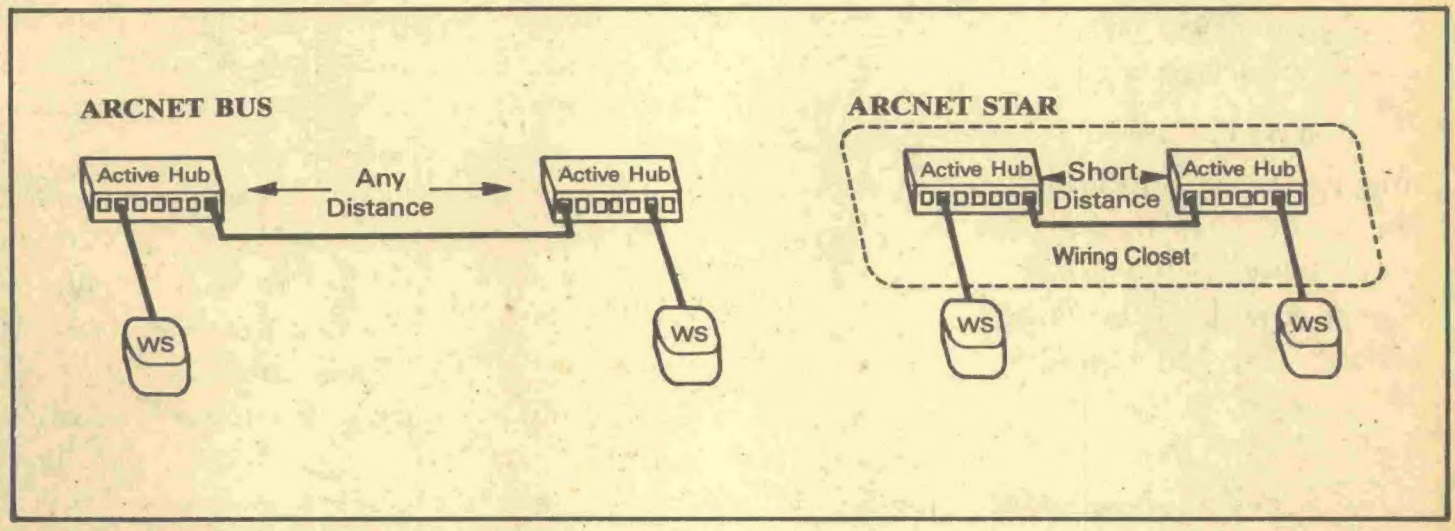
จุดมุ่งหมายของการออกแบบเน็ตเวอร์กแบบนี้ขึ้นมาก็เพราะต้องการที่จะให้ระบบแลนสามารถทำงานได้ในทุกสถานการณ์หรือทุกรูปแบบ ผลิตภัณฑ์การค้าของเน็ตเวอร์กแบบนี้ก็มี เช่น Multi Connect ของ 3 Com (รูปที่ 4) ที่ทำหน้าที่เป็นมัลติรีพีตเตอร์แบบโมดูล่าร์ อันเป็นศูนย์กลางสำหรับอีเธอร์เนต เน็ตเวอร์กชนิดนี้เป็นมัลติเซกเมนต์และมัลติมีเดียที่สามารถนำสายเคเบิ้ลแบบต่าง ๆ มาใช้รวมกันในเน็ตเวอร์กเดียวกันได้เพื่อสามารถสนอ

ความต้องการในด้านต่าง ๆ ให้มีความยืดหยุ่นคล่องตัวที่สุด โดยที่รีพีตเตอร์จะเป็นตัวกลางในการเชื่อมโยงเซกเมนต์ต่าง ๆ ในอีเธอร์เนตเข้าด้วยกันจนกลายเป็นเน็ตเวอร์กขนาดใหญ่ที่ให้บริการแก่ผู้ใช้ได้ทั้งอาคารหรือทั้งบริษัท เมื่อนำทั้งมัลติคอนเนคมาใช้ร่วมกับ Pair Tamer (รูปที่ 4)

การใช้มัลติคอนเนคนั้นมีข้อแนะนำอยู่สามประการด้วยกัน คือ (1) ควรใช้สายอีเธอร์เนตแบบบางเพื่อเชื่อมโยงเวอร์กสเตชัน, เซอร์ฟเวอร์ และพรินเตอร์ให้เป็นเวอร์กกรุ๊ป (work group) (2) ควรใช้สายแบบ Twisted pair ในการเชื่อมโยงเวอร์กกรุ๊ปกับมัลติคอนเนครีพีตเตอร์ และ (3) การโยงรีพีตเตอร์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันควรใช้สายอีเธอร์เนตแบบหนาหรือจะใช้สายไฟเบอร์ออปติกก็ได้

อาร์คเนต (ARCnet)

อาร์คเนตเป็นเทคโนโลยีของแลนที่เป็นโทเก้นพาสซิงชนิดที่เป็น base-band ที่มีอัตราเร็วในการส่งข้อมูล 2.5 เมกะบิตต่อวินาที โดยบริษัท Datapoint Corp. เป็นผู้พัฒนาขึ้นมาในปี ค.ศ. 1977 และมีชื่อเรียกสำหรับเน็ตเวอร์กนี้ว่า Attached Resource Computer Network และได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในการนำไปใช้กับงานในสำนักงาน ผู้จำหน่ายผลิตภัณฑ์อาร์คเนตรายอื่น ๆ ก็มี เช่น Standard Microsystems Corp., Thomas-Conrad Corp. และ Pure Data Inc. การติดตั้งในการใช้งานของผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายต่าง ๆ ดังกล่าวจะเหมือน ๆ กัน ซึ่งในที่นี้จะไม่ขอกล่าวรายละเอียดของอาร์คเนตซ้ำอีก (ได้มีบทความแยกเป็นเรื่องหนึ่งต่างหากซึ่งลงในวารสาร "ไมโครคอมพิวเตอร์" ฉบับที่ 52 ไปแล้ว) แต่จะขอสรุปรูปลักษณะหน้าตาของเน็ตเวอร์กแบบนี้รวมทั้งแบบที่ได้กล่าวมาแล้วไว้ในรูปที่ 5 และ 6



รูปที่ 5 โทโปโลยีของอาร์คเนตแบบบัสและแบบดาว

Network	Protocol	Underlying Topology	Physical Topology Options	Cable Options
Token ring	Token passing	Ring	Star IBM, other	UTP (type 3), 2 pair
			Bus 3Com	STP (type 1), 2 pair
				Coax (RG-62), 1 pair
ARCnet	Token passing	Bus	Star SMC, others	TP W/Baluns, 1 pair
			Bus SMC, others	TP, 1 pair
Ethernet	CSMA/CD	Bus	Bus thin Ethernet	Coax (RG-58)
			Bus 3Com PairTamer	Coax (RG-58), TP
			Star thick Ethernet	Transceiver
			Star LattisNet, others	TP, 1 or 2 pair
			Star 3Com MultiConnect	Coax (RG-58)

legend: TP = twisted pair UTP = unsheilded twisted pair STP = shielded twisted pair

รูปที่ 6 แสดงรายละเอียดของเน็ตเวอร์กชนิดต่าง ๆ

เลือกโทโปโลยีสำหรับเน็ตเวอร์ก

ในการออกแบบหรือเลือกเน็ตเวอร์กโทโปโลยีนั้นจะมีประเด็นต่าง ๆ ที่ต้องพิจารณาดังนี้ คือ

1. Segmentation ซึ่งหมายถึงการสามารถแบ่งแยกเน็ตเวอร์กออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อประโยชน์ในการบริหารจัดการในเรื่องของแบนด์วิดธ์ (band width) และการจัดการช่องทางการสื่อสารในการส่งข้อมูล (traffic) รวมทั้งการสามารถเพิ่มเวอร์กสเตชันและอุปกรณ์อื่น ๆ เข้าไป รวมถึงความสะดวกในการตรวจตราเพื่อหาเหตุขัดข้องในเน็ตเวอร์ก อันรวมถึงการออกแบบเน็ตเวอร์กให้มีประสิทธิภาพเมื่อเวลานำไปใช้งาน และการสร้างความเชื่อมั่นไว้ใจการทำงานในส่วนย่อย ๆ ของเน็ตเวอร์ก

2. การหาข้อขัดข้องและการแก้ปัญหา หมายถึงว่าโทโปโลยีที่เลือกนั้นสามารถอำนวยความสะดวกในการหาเหตุขัดข้องเมื่อเวลาเกิดปัญหาได้มากสักแค่ไหน และเมื่อตรวจพบเหตุขัดข้องแล้วจะแยกจุดนั้น ๆ ออกมาซ่อมบำรุงได้ง่ายเพียงใด โดยไม่กระทบกระเทือนส่วนอื่น ๆ ของเน็ตเวอร์ก

3. แบนด์วิดธ์ (band width) หมายความว่า โทโปโลยีที่ออกแบบหรือเลือกใช้นั้นมีโอกาสที่จะเกิดปัญหาในการส่งข้อมูลติดขัดเหมือนในลักษณะคอขวด (bottlenecks) หรือไม่ โดยเฉพาะในอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่เป็นสันหลังของเน็ตเวอร์ก

4. การใช้งาน โทโปโลยีที่เลือกนั้นสามารถให้การสนับสนุนการใช้งานหรือการบริหารงานตามที่ผู้ใช้ต้องการหรือไม่

5. ความสามารถในการเชื่อมโยงเน็ตเวอร์กต่อเน็ตเวอร์ก โทโปโลยีจะสามารถสนับสนุนการเชื่อมโยงจากแลนระบบหนึ่งไปสู่อีกระบบหนึ่งได้หรือไม่ แม้ว่าจะยังไม่มีความต้องการในขณะนี้ก็ตาม แต่ก็ควรวางแผนไว้สำหรับการเติบโตและความต้องการทำนองนี้ในภายหน้าไว้ด้วย โดยอาศัยหลักที่ว่าโทโปโลยีที่ติดตั้งลงไปแล้วและสามารถโยงกับแลนอื่น ๆ ได้อย่างต่อเนื่องชนิดใช้ของอย่างเดียวกันย่อมดีกว่าการเชื่อมโยงที่ต้องใช้ระบบสายเคเบิ้ลใหม่หมด

6. ส่วนเพิ่มเติมสำหรับการขยายตัวและการเติบโต เน็ตเวอร์กทั่วไปมักต้องมีการเติบโตและเปลี่ยนแปลง จึงต้องคำนึงให้มากในเวลาออกแบบหรือเลือกโทโปโลยีว่าจะต้องสามารถเพิ่ม (หรือลด) จำนวนเวอร์กสเตชันได้โดยไม่ยาก และระบบสายเคเบิ้ลของเน็ตเวอร์กต้องสามารถขยายและปรับตัวเองตามความต้องการในแง่ต่าง ๆ ในอนาคตได้อย่างดี

สรุปได้ว่าการเลือกเฟ้นโทโปโลยีให้เหมาะกับจุดประสงค์ในการใช้งานเป็นเรื่องที่มีความสำคัญมาก เพราะจะส่งผลถึงสิ่งอื่น ๆ ที่อยู่ภายในระบบแลนได้ เมื่อเป็นเช่นนี้จึงต้องดูว่าจะมีหลักเกณฑ์อะไรบ้างที่จะนำมาใช้ในการเลือกโทโปโลยีที่เหมาะสมสำหรับแต่ละเน็ตเวอร์ก ซึ่งก็มีดังนี้

- มองหาส่วนเพิ่มเติมต่าง ๆ ของโทโปโลยีให้มากที่สุดด้วยการฟังความเห็นหลาย ๆ ทัศนะในเรื่องนี้ แล้วนำมาช่วยตัดสินใจในการเลือกโทโปโลยี ที่สำคัญก็คือควรใช้การพินิจพิเคราะห์อย่างหนักเวลาฟังความเห็นหรือข้อเสนอแนะจากผู้ขายผลิตภัณฑ์จากบริษัทที่ปรึกษา หรือแม้กระทั่งผู้รู้ในด้านนี้ ควรซักถามให้มากที่สุดเพื่อให้เข้าใจว่าอะไรเป็นอะไร

- พยายามใช้โทโปโลยีแบบดาวหากทำได้

การ์ดอินเตอร์เฟส (Interface Cards)

ก่อนที่จะพูดถึงฮาร์ดแวร์ส่วนสุดท้ายของระบบแลน จะขอเริ่มด้วยปัญหาอันแสดงถึงอุปสรรคข้อขัดข้องของผู้ผลิตใหญ่ ๆ บางรายที่ไม่สามารถอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ในเรื่องของการ์ดอินเตอร์เฟสและอื่น ๆ ที่สำคัญที่สุดก็คือ ผู้ผลิตที่ได้ชื่อว่ายักษ์ใหญ่นั้นอาจไม่เป็นที่พึ่งที่ดีของผู้ซื้อผู้ใช้ชนิดเรา ๆ ท่าน ๆ ก็มีให้เห็นอยู่บ่อย ๆ ด้วยเหตุผล เช่น

การประกาศเปิดตัวการ์ดโทเก้นริงแบบ 16 เมกะบิตต่อวินาทีของไอบีเอ็มเมื่อปีที่แล้ว (ค.ศ. 1988) ในงานแสดงผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า Comdex นั้น ได้สร้างความเกรียวกราวมากพอสมควร และสามารถดึงความสนใจของลูกค้าอีเธอร์เนตที่ใช้การ์ดแบบ 10 เมกะบิตต่อวินาทีอยู่ให้ต้องชะงักหันมามองผลิตภัณฑ์ใหม่อันนี้ชนิดตาเป็นมัน แต่ก็เป็นความสนใจเพียงชั่วครู่ชั่วยามเท่านั้น เพราะการ์ดโทเก้นริงของไอบีเอ็มมีราคาแพงและขาดแคลน เมื่อเป็นเช่นนี้ผลิตภัณฑ์ของการ์ดอินเตอร์เฟสในรูปของอีเธอร์เนตที่ยืนหยัดอยู่ในตลาดมาตั้งสิบกว่าปีก็ไม่รู้สึกสะทกสะท้านแต่อย่างใดต่อคู่แข่งระบบใหม่ เช่นกรณีของการ์ดโทเก้นริงแบบ 16 เมกะบิตต่อวินาที

การ์ดในรูปแบบของอีเธอร์เนตนั้นให้ความเร็วในการส่งถ่ายข้อมูลได้สูงพอสมควร และมีผู้ผลิตเป็นจำนวนมากที่ทำการ์ดชนิดนี้ออกขาย ดังรายละเอียดในรูปที่ 7 ซึ่งใช้ได้กับคอมพิวเตอร์แบบต่าง ๆ เช่น IBM PC, PS/2 รวมทั้งพวกที่เป็นคอมแพตติเบิ้ลจนถึงเครื่อง VAX และ DEC และพวกเมนเฟรม การ์ดอินเตอร์เฟสจากผู้ผลิตต่าง ๆ นั้น

รูปที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบการ์ดอีเธอร์เนตของบริษัทต่าง ๆ

	3COM EtherLink	3COM EtherLink Plus	Earth Computer EN-lo	Exceian 205T	Gateway Work-Station	Gateway PC Adapter	Gateway AT Adapter	Gateway MCA Adapter	IMC Networks PCnlc 8 bit	IMC Networks PCnlc	IMC Networks PCnlc II	Novell NE-1000	Pure Date PDT8023	Western Digital EtherCard Plus
Bus size:	8 bit	16 bit	8 bit	8 bit	8 bit	8 bit	16 bit	16 bit	8 bit	16 bit	16 bit	8 bit	Toshiba	8 bit
PC/XT	yes	yes	yes	yes	yes	yes	no	no	yes	no	no	yes	no	yes
PC/AT	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	no	yes	yes	no	yes	no	yes
MCA	no	no	no	no	no	no	no	yes	no	no	yes	no	no	no
Bus speed	8 MHz	8 MHz										8 MHz	n/a	20 MHz
Card size:	half	full	half	full	half	half	half	full	two-thirds	two-thirds	full	half	n/a	half
Intelligent:	no	no	no	yes (80186)	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Interface:														
Interrupts	3-7,9	3-7,9-12,14-15	2-5	2-5	2-7	2-7	2-7	2-7	3-5,7	3-5,7,10-12,15	3-5,10-12,15	2-5	2,3	2-7
I/O	0-3FF	0-3FF	200-3FF		280-380	280-380	280-380	280-380	200-3FF	200-3FF	O-FFFO	300-360	280-300	200-3E0
DMA	1-3	0-3,5-7	1	260-280	no	no	no	no	no	no	no	1-2	no	--
Shared memory	no	no	no	no yes	no	no	no	no	no	no	no	no	80000-FE0000	80000-FE0000
Buffer size:	8 Kbytes	64 Kbytes	8 Kbytes	256 Kbytes	8 Kbytes	40 Kbytes	40 Kbytes	40 Kbytes	16 Kbytes	64 Kbytes	16/64 Kbytes	8 Kbytes	8 Kbytes	40 Kbytes
Remote boot ROM:	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	no	no	no	yes	no	no
Cable types:														
Ethernet	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Cheapernet(RG-58)	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	no	yes
G/Net (RG-59)	no	no	no	no	no	no	no	no	yes	yes	yes	no	no	no
ARCnet (RG-62)	no	no	no	no	no	no	no	no	yes	yes	yes	no	no	no
Diagnostics:														
Software	yes	yes	no	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Status LEDs	no	no	yes	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
LAN Software:														
Novell NetWare	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
3Com 3+	yes	yes	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	yes
Banya VINES	yes	yes	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	yes	yes
IBM PC LAN	yes	yes	no	yes	no	no	no	no	no	no	no	no	no	yes
TCP/IP	yes	yes	no	yes	yes	yes	yes	yes	no	no	no	no	no	yes
Other	---	---	---	Xenix-NET	---	---	---	---	---	---	---	---	---	ViaNet
Price:	$495	$895	$395	$1045 $835 card only	$345	$395	$525	$525	$375	$395	$395	$395	$595	$399

จะเปิดโอกาสให้ผู้ใช้สามารถเลือกระบบสายเคเบิ้ลได้หลายรูปแบบเพื่อให้เหมาะกับงาน พร้อมด้วยส่วนเพิ่มเติมต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพต่างกันออกไปตามราคา การ์ดอินเตอร์เฟสที่ประกอบด้วยรายละเอียดต่าง ๆ ดังในรูปที่ 7 นั้นเป็นการเลือกมาจากผู้ผลิต 8 รายด้วยกัน คือ 3 Com Corp., Earth Computer Technologies, Excelan Inc., Gateway Communications Inc., IMC Networks Corp., Novell Inc., Pure Data Inc. และ Western Digital Corp. ซึ่งมีรายละเอียดดังแสดงไว้ในรูปที่ 8 เป็นข้อมูลเมื่อมีนาคมของปีนี้ (1989) ทั้งหมดนี้ก็เป็นการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ของบริษัทต่าง ๆ สำหรับเน็ตเวอร์กแบบหนึ่งซึ่งเป็นที่รู้จักกันมาก

สรุป

การ์ดอินเตอร์เฟสทุกแบบที่แสดงรายละเอียดไว้ในรูปที่ 7 นั้นจะทำงานได้อย่างเหมาะสมกับเวอร์กสเตชัน และการ์ดทุกอันจะใช้กับซอฟต์แวร์ดำเนินการ เช่น เน็ตแวร์ของโนเวลล์ได้เป็นอย่างดี ที่สำคัญที่สุดก็คือระบบอีเธอร์เนตนั้นมีการ์ดอินเตอร์เฟสอันเป็นฮาร์ดแวร์ที่มีให้เลือกซื้อเลือกใช้ได้มากมาย ในแง่ของราคา ค่าใช้จ่าย และประสิทธิภาพในระดับต่าง ๆ การ์ดอีเธอร์เนตแบบราคาถูกที่สุดจะมีคุณภาพพอ ๆ กับเทคโนโลยีของสตาร์แลนและอาร์คเนต โดยยังไม่นับแบบโทเก้นริงที่แพงกว่า

การ์ดราคาต่ำ เช่น แบบ EN-Ic ของ Earth Computer นั้นใช้ได้อย่างดีกับทั้งเวอร์กสเตชันและเซอร์ฟเวอร์ อันขึ้นกับว่าต้องการประสิทธิผลขนาดไหน การ์ดที่เหมาะสำหรับเซอร์ฟเวอร์โดยเฉพาะก็มี เช่น Etherd Card plus ของ Western Digital, PC nic server card ของ IMC และ EXOS 205T ของ Excelan

การพิเคราะห์เพื่อเลือกใช้การ์ดอีเธอร์เนตนั้นควรดูที่

- ประเภทของบัส
- ขนาดของบัฟเฟอร์ (buffer)
- ระบบดำเนินการ (OS) ของเน็ตเวอร์ก

ส่วนราคาของการ์ดนี้จะแปรตั้งแต่ราว 400 เหรียญสหรัฐจนถึงพันกว่าเหรียญสหรัฐ ส่วนกรณีของเทคโนโลยีแบบโทเก้นริง (16 เมกะบิตต่อวินาที) นั้น จะมีโอกาสเข้ามาเป็นคู่แข่งของอีเธอร์เนตได้สักแค่ไหนในฐานะที่สามารถใช้แบนด์วิดธ์ (band width) ได้มีประสิทธิภาพสูงกว่า ซึ่งในทางปฏิบัตินั้น ผู้สันทัดในเรื่องนี้ได้ยืนยันว่า ผู้ใช้จะไม่รู้สึกในเรื่องนี้แต่อย่างใดขณะใช้งาน เว้นเสียแต่ว่าจะติดตั้งระบบแลนแบบใหม่ถอดด้ามตั้งแต่แรก อันน่าที่จะนึกถึงโทเก้นริง แต่อย่าคิดที่จะเปลี่ยนมาใช้โทเก้นริงเอากลางคันก็แล้วกัน ถ้าเงินไม่หนาพอ

ที่แน่ที่สุดก็คือ อีเธอร์เนตนั้นเป็นระบบแลนอันแรกที่อยู่ในประเภทฝีเท้าจัด ที่ยังจะยืนหยัดต่อไปในการให้บริการแก่ผู้ซื้อผู้ใช้ในแง่ที่มีส่วนประกอบอื่น ๆ ให้เลือกได้มากที่สุดแบบหนึ่ง

3Com Corp.
3165 Kifer Road
Santa Clara, CA 95052
(408) 562-6400
(800) NET-3COM

3C501 EtherLink	$ 495
3C505 EtherLink Plus	$ 895

Circle reader service number 253

Earth Computer Technologies
10525 Lawson River Avenue
P.O. Box 8067
Fountain Valley, CA 92728
(714) 964-5784

SE-Ie Earthstation	$1,125
EN-Ie Ethernet Adapter	$ 395

Circle reader service number 254

Excelan Inc.
2180 Fortune Drive
San Jose, CA 95131
(408) 434-2300

LAN WorkPlace for PC-DOS NetWare Package	$1,045
EXOS 205T	$ 835
EXOS 215T Micro Channel	$1,045

Circle reader service number 255

Gateway Communications Inc.
2941 Alton Avenue
Irvine, CA 92714
(714) 553-1555

G/EthernetWorkstation Board	$ 345
G/Ethernet 8-bit PC Board	$ 395
G/Ethernet 16-bit AT Board	$ 525
G/Ethernet Micro Channel Board	$525

Circle reader service number 256

IMC Networks Corp.
1342 Bell Avenue, Suite 3EI
Tustin, CA 92680
(714) 259-1020

PCnic	(16 Kbyte)	$ 395
PCnic	(64 Kbyte)	$ 425
PCnic II	(16 Kbyte)	$ 395
PCnic II	(64 Kbyte)	$ 425

Circle reader service number 257

Novell Inc.
122 East 1700 South
P.O. Box 5900
Provo, Utah 84601
(801) 379-5900
(800) LAN-KIND

NE-1000	$ 395

Circle reader service number 258

Pure Data Inc.
1740 South 1-35, Suite 140
Carrollton, TX 75006
(214) 242-2040

PDT8023	$ 595

Circle reader service number 259

Western Digital Corp.
2445 McCabe Way
Irvine, CA 92714
(714) 863-0102
(800) 847-6181

EtherCard Plus	$ 399

Circle reader service number 260

รูปที่ 8 แสดงรายละเอียดของการ์ดอินเตอร์เฟสชนิดต่าง ๆ